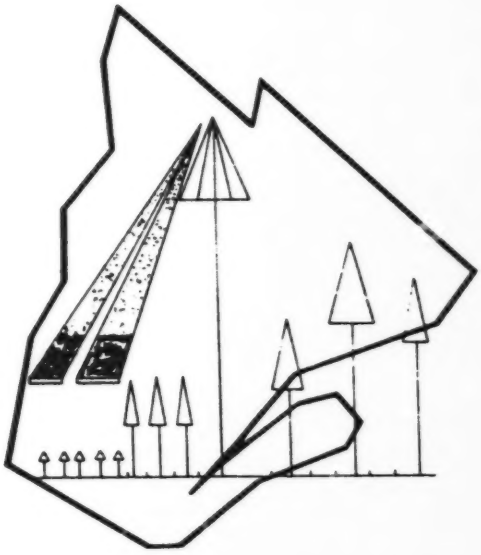
Résidus de 2,4,5-T dans les fruits sauvages après pulvérisations terrestres en milieu forestier (1983)

Par: Pierre Léveillé, biologiste
Luc Laberge, biologiste



Québec

85-2798/

RESIDUS DE 2,4,5-T
DANS LES FRUITS SAUVAGES APRES
PULVERISATIONS TERRESTRES EN MILIEU FORESTIER (1983)

Par: Pierre Léveillé, biologiste
Luc Laberge, biologiste

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES
SERVICE PEPINIERES ET REBOISEMENT

Québec, septembre 1984

AVANT-PROPOS

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes pour leur participation indispensable à la réalisation de ce travail:

Madame Sylvie Brulotte:	Biologiste.
Madame Gisèle Couture:	Technicienne en aménagement de la faune, ministère de l'Energie et des Ressources.
Madame Guylaine Trudeau Carrier:	Chimiste, Eco-Recherches Inc.
Madame Linda Laflamme:	Dactylographe, ministère de l'Energie et des Ressources.
Madame Micheline Caron:	Etudiante.

RESUME

A l'été 1983, les résidus de 2,4,5-T ont été mesurés dans des fruits sauvages après un traitement terrestre en milieu forestier. Trente échantillons ont été récoltés sur une période d'un mois après le traitement. Les résidus dans les framboises (Rubus idaeus) ont diminué de 4,7 µg/g à moins de 1 µg/g pendant cette période. Dans les cerises (Prunus pensylvanica), les résidus ont augmenté de 0,7 à 3,4 µg/g en 16 jours. Pour les bleuets (Vaccinium angustifolium et V. myrtilloides), ils ont varié de 1,6 à 3,8 µg/g pendant le mois d'échantillonnage. Des mélanges de fruits, constitués de plusieurs espèces pouvant être consommées par la faune, ont montré des quantités équivalentes, soit entre 1,6 et 3,8 µg/g sur une période d'environ 20 jours. Ces niveaux de résidus correspondent aux niveaux théoriques observés dans la littérature et utilisés par le ministère de l'Energie et des Ressources dans une étude d'impact (Bélanger et coll., 1982) pour établir la sécurité du 2,4,5-T pour l'homme et les animaux sauvages.

TABLE DES MATIERES

Page

RESUME v

LISTE DES TABLEAUX viii

LISTE DES FIGURES ix

1. INTRODUCTION 1

2. DESCRIPTION DES PROJETS DE PULVERISATION 2
   2.1 Superficies traitées 2
   2.2 Produit et techniques de pulvérisation 2

3. MATERIEL ET METHODES 4
   3.1 Matériel et méthode de prélèvement 4
   3.2 Méthode analytique et contrôles 4
   3.3 Description de l'échantillonnage 6
   3.4 Description des stations d'échantillonnage 9
      3.4.1 Description des stations du projet Bungay 9
      3.4.2 Description des stations du projet Rimouski 11

4. RESULTATS ET DISCUSSION 14
   4.1 Résidus de 2,4,5-T dans les framboises 14
   4.2 Résidus de 2,4,5-T dans les bleuets 16
   4.3 Résidus de 2,4,5-T dans les cerises 17
   4.4 Résidus de 2,4,5-T dans les mélanges de fruits 18

5. CONCLUSION 19

BIBLIOGRAPHIE 20

ANNEXE 1. Codes d'identification des espèces végétales 21

LISTE DES TABLEAUX

Page

TABLEAU I - Composition des mélanges de fruits 8

TABLEAU II - Résidus de 2,4,5-T dans les fruits sauvages 15

LISTE DES FIGURES

Page

FIGURE 1 - Localisation et schéma du projet Bungay 3

FIGURE 2 - Localisation et schéma du projet Rimouski 3

FIGURE 3 - Projet Bungay, disposition des stations d'échantillonnage 7

FIGURE 4 - Projet Rimouski, disposition des stations d'échantillonnage 7

FIGURE 5 - Physionomie du couvert végétal dans les stations de framboises, de bleuets, de cerises et de mélanges de fruits du projet Bungay 10

FIGURE 6 - Physionomie du couvert végétal dans les stations de framboises, de cerises et de mélanges de fruits du projet Rimouski 12

FIGURE 7 - Résidus de 2,4,5-T dans les framboises (Rubus idaeus) 14

FIGURE 8 - Résidus de 2,4,5-T dans les bleuets (Vaccinium angustifolium et V. myrtilloides) 16

FIGURE 9 - Résidus de 2,4,5-T dans les cerises (Prunus pensylvanica) 17

FIGURE 10 - Résidus de 2,4,5-T dans les mélanges de fruits 18

1. INTRODUCTION

En 1983, le ministère de l'Energie et des Ressources, dans le cadre de son programme d'entretien de plantations, a utilisé des phytocides pour contrôler la végétation compétitive des espèces reboisées. Les pulvérisations furent réalisées uniquement par voie terrestre et avec le 2,4,5-T (acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique).

Lors de ces pulvérisations, plusieurs études ont été réalisées pour mieux connaître le comportement du 2,4,5-T dans diverses composantes de l'environnement. Le milieu aquatique (Léveillé et Laberge, 1984a), le sol (Laberge et Léveillé, (——)) et la végétation (Léveillé et Laberge, 1984b) ont fait l'objet de suivis environnementaux distincts. Une étude a également été réalisée chez les travailleurs qui ont effectué les travaux de pulvérisations (Tat-Ha, 1984).

Le présent travail avait plus spécifiquement comme objectif d'évaluer les concentrations de 2,4,5-T et leur persistance dans plusieurs espèces de fruits sauvages après une pulvérisation. L'étude a également été réalisée pour vérifier si le comportement du produit, décrit dans la littérature, était le même dans les conditions propres au Québec.

Les fruits sauvages que l'on rencontre habituellement sur ces superficies sont le bleuet de l'espèce Vaccinium angustifolium Ait. et aussi de l'espèce Vaccinium myrtilloides Michx., la framboise de l'espèce Rubus idaeus L. et la cerise de l'espèce Prunus pensylvanica L.A.. Les résidus ont également été analysés dans des mélanges de fruits sauvages qui peuvent être consommés par les oiseaux et les petits mammifères. Le mélange de fruits fournit ainsi une approximation de la quantité moyenne de 2,4,5-T susceptible de se retrouver dans la diète d'un animal se nourrissant de fruits. Ces données serviront à établir les effets possibles sur ces organismes.

Les résultats pourront aussi servir à établir s'il y a des risques associés à la consommation de fruits sauvages par les humains.

2. DESCRIPTION DES PROJETS DE PULVERISATION

2.1 Superficies traitées

Deux projets ont été sélectionnés pour cette étude. Ces projets ont eu lieu dans l'est de la province de Québec. Le premier était situé à 40 km au sud de la ville de Rivière-du-Loup dans le canton Bungay. Le projet avait une superficie totale de 145 ha de plantation d'Epinette blanche envahie par le Peuplier faux-tremble, le Cerisier de Pennsylvanie et l'Erable rouge. Les stations d'échantillonnage furent réparties sur les 14 hectares traités la première journée des opérations i.e. le 28 juillet 1984. (figure 1)

Le second, était situé dans la Réserve de Rimouski à 50 km au sud-est de la ville de Rimouski. Le projet avait une superficie totale de 200 ha reboisés avec de l'Epinette noire envahie par le Framboisier. Toutes les stations d'échantillonnage étaient regroupées sur une superficie de 15,2 ha et furent traitées le 25 juillet 1984. (figure 2)

2.2 Produit et techniques de pulvérisation

Le 2,4,5-T, sous forme ester isooctylique à faible volatilité de marque Brush-Rhap^{MD}, a été appliqué sur toutes les superficies des projets Bungay et Rimouski. Le produit contenait 719 g i.a. (grammes d'ingrédients actifs) par litre.

La pulvérisation terrestre dans le projet Bungay a été réalisée avec un pulvérisateur à barillet de type Boomjet^{MD}. La bouillie, pulvérisée au taux de 450 l/ha, était constituée de 1% de 2,4,5-T et de 99% d'eau. La dose théorique était de 3 kg i.a./ha. Durant les cinq premiers jours, le mauvais fonctionnement d'une pompe a provoqué une diminution de la dose à 2,4 kg i.a./ha sur 47 hectares (Anonyme, 1983a) dont les 14 hectares où étaient situées les stations d'échantillonnage.

Dans le projet Rimouski, un appareil semblable fut utilisé avec les mêmes critères d'opération. Un pulvérisateur à air forcé a également été employé sur la superficie de 15,2 ha où étaient situées les stations. La dose mesurée après traitement pour la superficie échantillonnée, fut de 2,2 kg i.a./ha. Cette dose est également inférieure à la dose prévue à cause de problèmes de calibration des pulvérisateurs (Anonyme, 1983b).

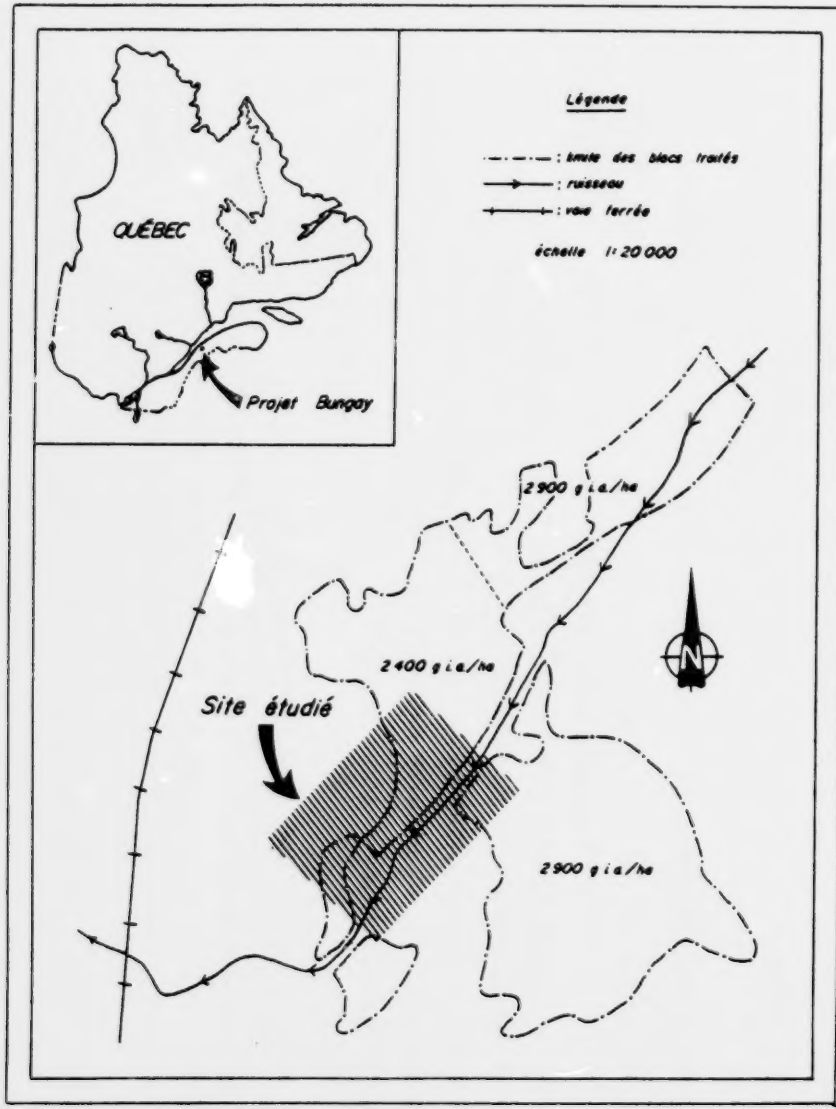


Figure 1: Localisation et schéma du projet Bungay.

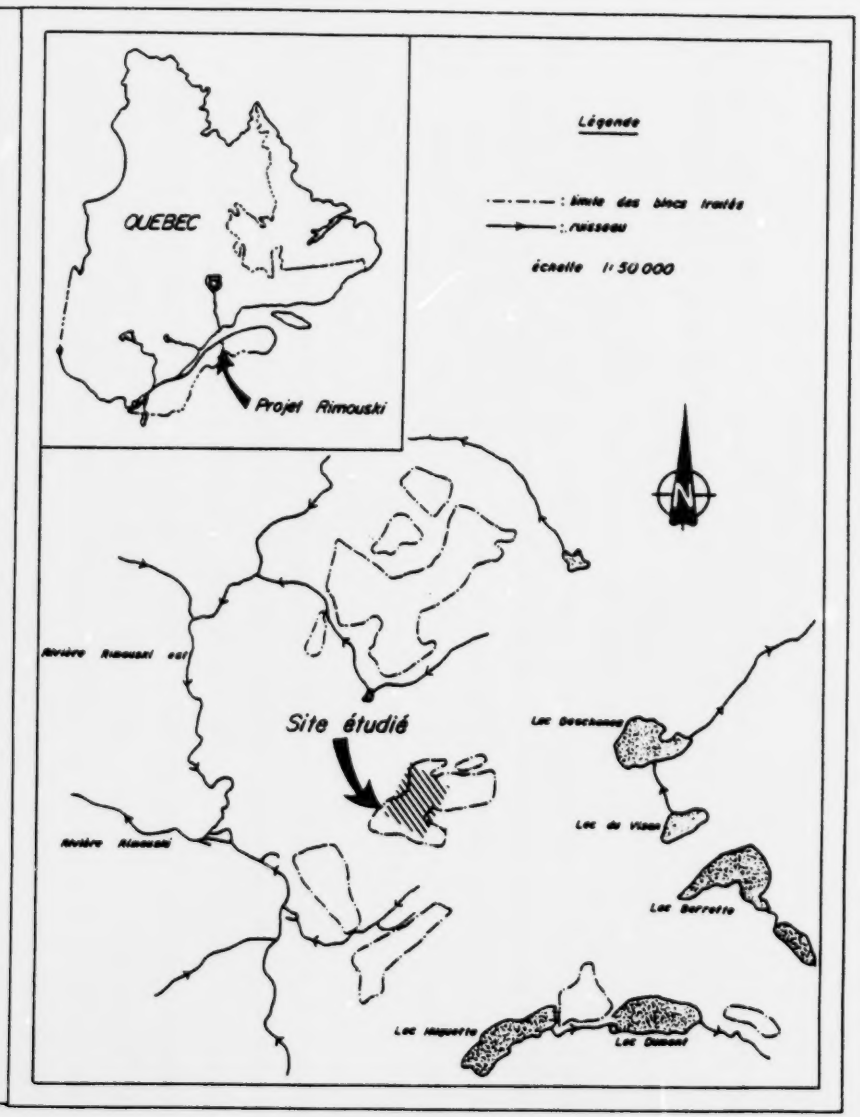


Figure 2: Localisation et schéma du projet Rimouski.

3. MATERIEL ET METHODES

3.1 Matériel et technique de prélèvement

Récipients

Des récipients en verre de marque Mason,[MD] d'une capacité de 500 ml, ont été utilisés pour la cueillette des échantillons. Les récipients ont été préalablement décontaminés par un lavage à l'alcool éthylique, suivi d'un rinçage à l'acétone et finalement d'un dernier rinçage à l'hexane.

Un papier d'aluminium, décontaminé selon le même processus, fut inséré entre l'ouverture et le couvercle du récipient pour empêcher l'adsorption des résidus de 2,4,5-T dans les composantes en matière plastique du couvercle.

Pinces

Des pinces à dissection en acier inoxydable ont été utilisées pour toutes les cueillettes de fruits. Les pinces étaient décontaminées avant chaque cueillette par un lavage à l'alcool éthylique, puis à l'acétone et finalement à l'hexane.

Technique de prélèvement

Tous les fruits ont été recueillis au moyen des pinces et déposés directement dans les récipients. Les pétioles et/ou les sépales étaient rejetés et seul le fruit était conservé. Après la récolte de l'échantillon, l'extérieur du récipient était recouvert de papier d'aluminium pour intercepter la lumière. Sur le terrain, les échantillons étaient conservés au frais dans une glacière et ensuite expédiés au laboratoire où ils étaient congelés jusqu'à leur analyse.

3.2 Méthode analytique et contrôles

Eco-Recherches Inc., un laboratoire privé, a effectué les analyses du 2,4,5-T dans les fruits.

La méthode utilisée permet un dosage quantitatif du 2,4,5-T tout en éliminant la matière organique grâce à un traitement basé sur la différence de solubilité du 2,4,5-T en milieu basique et en milieu acide ainsi que par le contrôle de la polarité des solvants d'extraction. La précision des résultats est évaluée à environ 8% tandis que la limite de détection obtenue se situait à 0,06 µg/g de poids frais. Le pourcentage d'humidité a été déterminé par séchage au four d'un gramme de l'échantillon initial.

L'analyse proprement dite a été faite de la façon suivante:

Environ 10 g d'échantillon sont extraits à l'aide de 200 ml de NaOH 0,1 N dans un mélangeur. La solution est ensuite acidifiée et le 2,4,5-T extrait à l'aide d'un mélange éther/hexane 3:7. L'herbicide est alors extrait de la phase organique à l'aide de bicarbonate de sodium 0,1 N. La solution aqueuse est acidifiée et le 2,4,5-T réextrait à l'aide d'éther. L'éther est ensuite échangé pour du méthanol et le dérivé est formé grâce à une réaction avec le BF_3-méthanol. Les esters méthyliques sont alors extraits avec de l'hexane et analysés en chromatographie en phase gazeuse à l'aide d'un détecteur à capture électronique.

Les appareils utilisés avaient les caractéristiques suivantes:

1. Chromatographe en phase gazeuse équipé d'un détecteur à capture électronique (Ni^{63}).
2. Colonnes pour la chromatographie en phase gazeuse:
   7% OV-17 + 4% QF-1 sur Gaz Chrom. Q., 80-100 mailles
   3,6% OV-101 + 5,5% OV-210 sur Chromosorb W, 80-100 mailles
   3% OV-17 sur Chromosorb W, HP, 80-100 mailles.
3. Gaz porteur: 5% méthane dans l'argon.
4. Conditions d'opération:

Colonne	-	200°C
Injecteur	-	250°C
Détecteur	-	300°C
Gaz porteur	-	60 ml/min.

Deux échantillons contrôles ont été choisis et enrichis artificiellement avec du 2,4,5-T. Les résultats obtenus sont donnés aux lignes suivantes:

	2,4,5-T ajouté (µg)	2,4,5-T récupéré (µg)
Contrôle 1 (mélange de fruits)	400	315
Contrôle 2 (mélange de fruits)	100	95

De plus, deux échantillons ont été déterminés en duplicata de façon à vérifier la reproductibilité de la méthode analytique. Il s'agit du mélange de fruits, récolté 10 jours après traitement dans le projet Rimouski, qui a donné 1,36 et 1,35 µg/g de poids frais et de l'échantillon de framboises récolté 6 jours après traitement dans le projet Bungay et qui a montré 3,03 et 3,44 µg/g de poids frais.

3.3 Description de l'échantillonnage

Chacun des échantillons de fruits, a été récolté dans trois stations différentes réparties à l'intérieur d'un projet. Les stations étaient distantes d'un maximum de quelques centaines de mètres dans les deux projets (figures 3 et 4). Cette façon de procéder permet d'intégrer les variations qui peuvent être rencontrées à l'intérieur d'un même projet. Notons que dans les deux projets toutes les stations ont été traitée en moins de 2 jours

A chacune des trois stations, l'échantillonneur récoltait pour l'analyse le tiers du volume requis, soit 50 grammes au total. La récolte dans les trois stations a été faite selon un protocole différent pour les projets Bungay et Rimouski. Dans le projet Bungay, les stations (décrites en 3.4) étaient divisées en cinq secteurs distincts, soit un par période d'échantillonnage (0, 1, 2, 3, 4 semaines). L'échantillonneur ne devait cueillir les fruits que dans le secteur prévu pour cette période. De plus, il circulait dans le secteur de façon à ne récolter que les fruits qui se trouvaient devant lui, pour éviter toute contamination accidentelle des échantillons.

Dans le projet Rimouski, un sentier a été établi dans toutes les stations avant le traitement. L'échantillonneur se déplaçait alors dans le même sentier en recueillant des fruits tout au long de la station à chaque période d'échantillonnage. Par cette méthode, la même surface est échantillonnée plusieurs fois, ce qui implique que la dose initiale reçue était la même

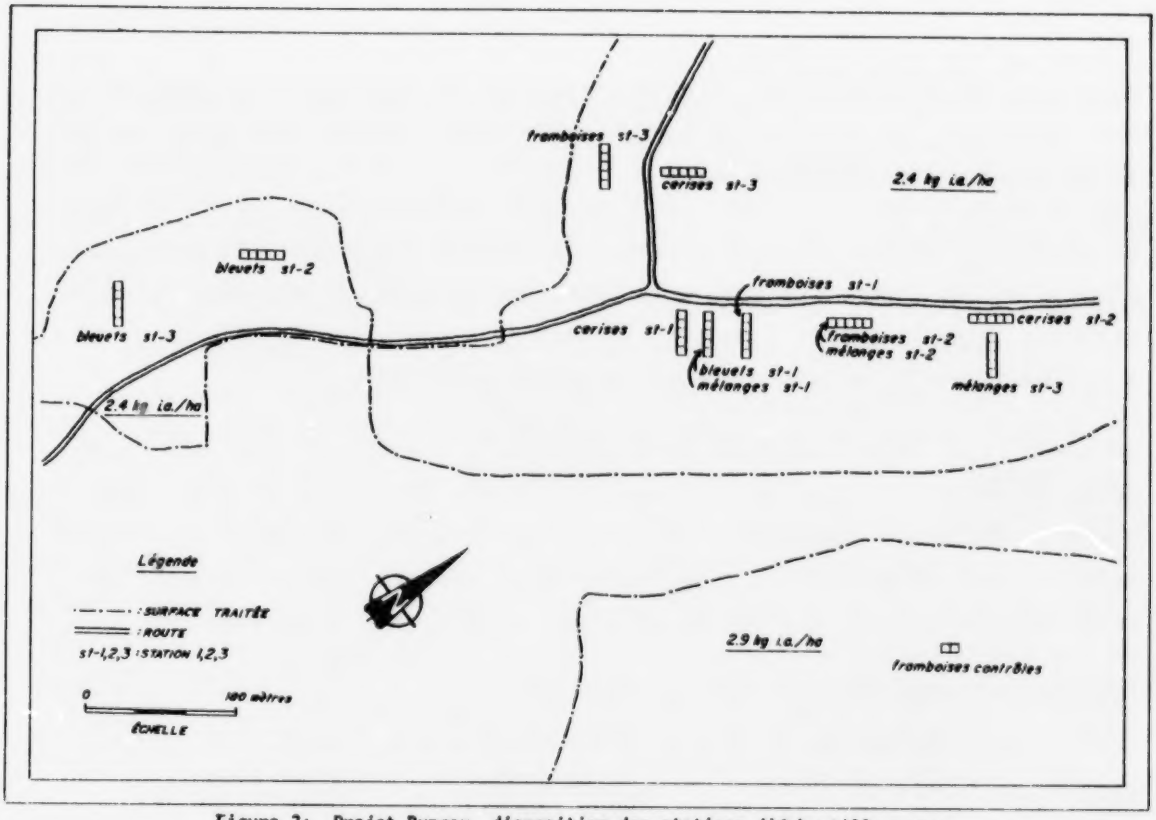


Figure 3: Projet Bungay, disposition des stations d'échantillonnage.

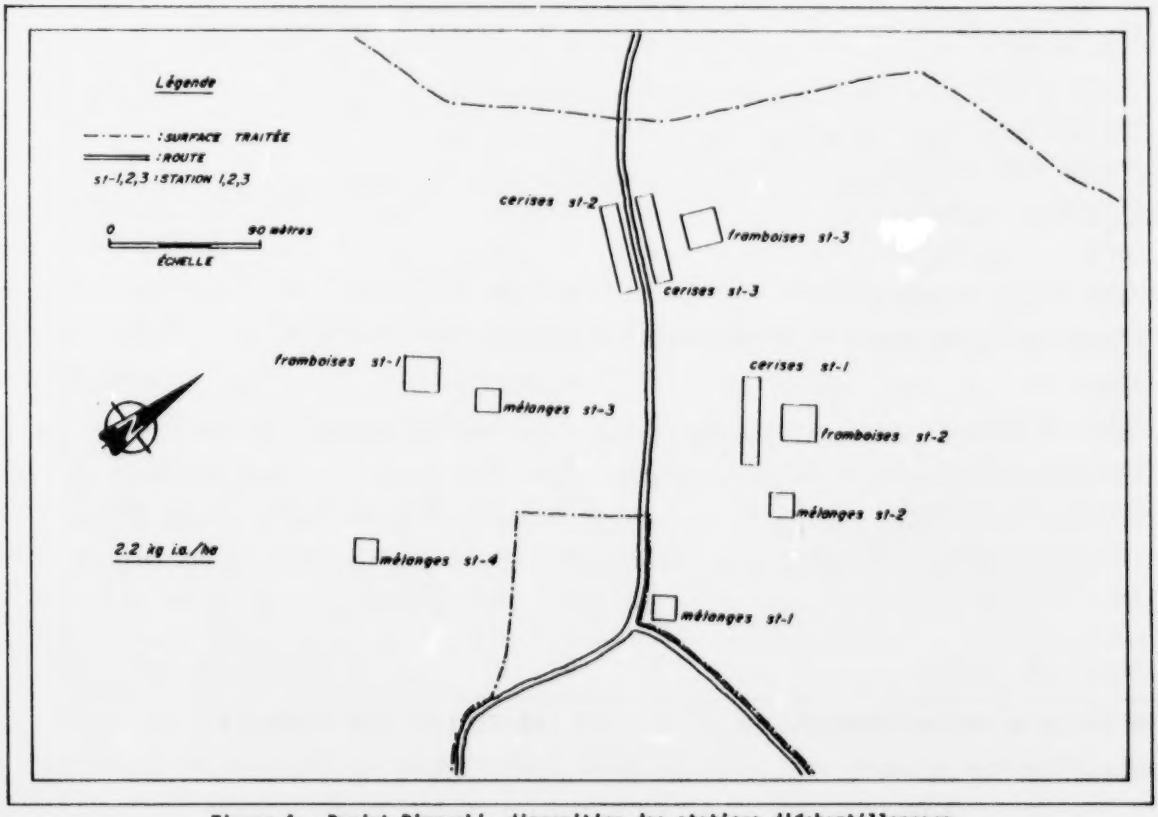


Figure 4: Projet Rimouski, disposition des stations d'échantillonnage.

pour tous les échantillons. L'échantillonnage de surfaces adjacentes mais non identiques, dans le projet Bungay, peut théoriquement impliquer une différence de la dose initiale reçue.

La séquence d'échantillonnage prévue initialement a été réalisée pour les bleuets et les framboises mais à la troisième semaine, il n'y avait plus de cerises. Dans le projet Rimouski, le dernier échantillon de mélange de fruits a également été éliminé à cause de la rareté des fruits.

La composition des mélanges varie d'un projet à l'autre et aussi selon les dates de récolte à cause de la disponibilité des fruits sur le site. Le tableau I indique la composition de chacun des mélanges récoltés. Sur le terrain, un total d'environ 50 g de fruits était récolté tout en essayant de conserver des proportions égales de chaque espèce dans le mélange.

Tableau I: Composition des mélanges de fruits.

Espèces de fruits récoltés	Projet Bungay Temps (jours)*			Projet Rimouski Temps (jours)*			
	9	14	21	5	10	16	23
Actaea alba**	x	x		x	x	x	x
Actaea rubra**	x	x	x	x	x	x	x
Amelanchier sp.	x						
Aralia nudicaulis	x	x	x				
Clintonia borealis	x		x			x	
Cornus canadensis	x	x	x	x	x	x	x
Maianthemum canadensis	x	x	x			x	x
Prunus pensylvanica	x		x				
Ribes sp.		x					
Rubus idaeus	x		x			x	x
Sambucus pubens	x	x	x	x	x		
Streptopus roseus				x	x	x	x
Vaccinium angustifolium	x	x	x				
Vaccinium myrtilloides	x	x	x				
Total des espèces	12	9	10	5	5	7	6

* Temps après traitement

** Les fruits sont vénéneux

3.4 Description des stations d'échantillonnage

Les stations ont été décrites en notant d'abord le pourcentage de recouvrement du sol par la végétation, les débris de coupe, les roches et le sol à nu.

Les trois stations de récolte utilisées pour former un échantillon composite ont été regroupées par espèce et un histogramme du couvert végétal est présenté pour chaque station (figures 5 et 6). L'histogramme donne la hauteur moyenne de la strate en ordonnée. En abscisse, les strates sont définies suivant la hauteur des espèces qui les composent. Dans plusieurs cas, une strate a été subdivisée pour tenir compte de l'importance de plusieurs espèces ou pour faire ressortir l'espèce échantillonnée. Pour chacun de ces groupes, des codes (annexe 1) indiquent le nom des principales espèces de la strate. Le pourcentage de recouvrement par strate est indiqué à l'intérieur du rectangle. Il ne peut y avoir plus de 100% de couverture végétale pour une hauteur donnée et la couverture totale ne peut excéder 100%. Lorsque la somme des strates est supérieure à la couverture totale, cela indique que certaines d'entre elles sont superposées.

3.4.1 Description des stations du projet Bungay

Toutes les stations d'échantillonnage sont situées sur des hauts et moyens versants avec un drainage moyen. Le sol est de la classe loam-sableux avec un pH de 4,0. La couche d'humus a entre 5 et 15 cm d'épaisseur.

Stations de framboises

Pour les trois stations de framboises, le couvert végétal occupe entre 85% et 90% du sol, le reste étant occupé par des débris de coupe et des grosses pierres.

L'espèce échantillonnée est le Rubus idaeus mais elle domine seulement dans la première station (figure 5). Dans les deux autres stations, elle est associée à une strate arbustive composée surtout de Prunus pensylvanica et de Populus tremuloides et à une strate herbacée importante de Pteridium aquilinum, Aster macrophyllus et Epilobium angustifolium.

Stations de bleuets

Pour les trois stations de bleuets, les débris de coupe et le sol à nu représentent de 10 à 25% du recouvrement total du sol. Les espèces échantillonnées,

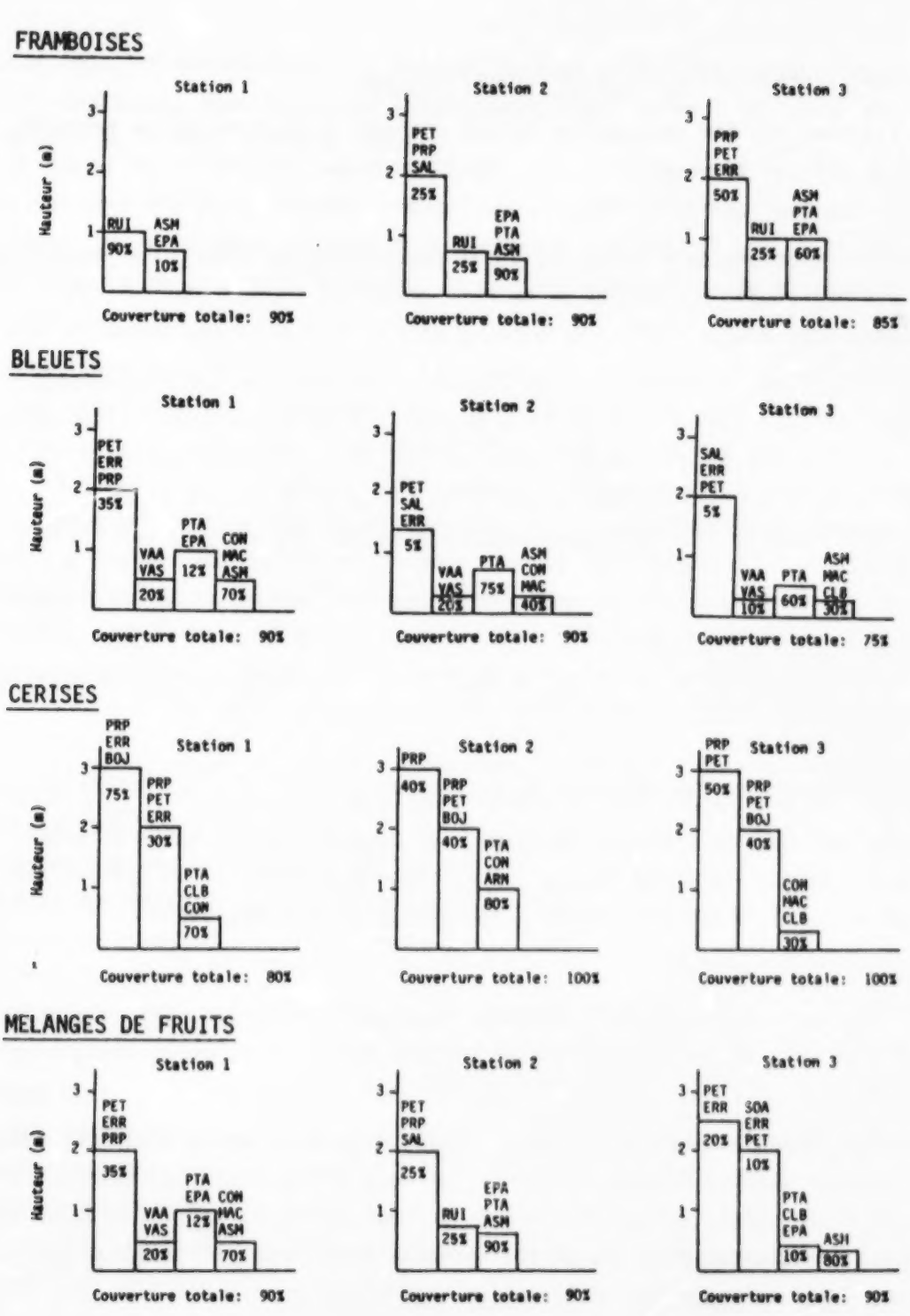


Figure 5 : Physionomie du couvert végétal dans les stations de framboises, de bleuets, de cerises et de mélanges de fruits du projet Bungay.

soit, Vaccinium angustifolium et Vaccinium myrtilloides, ne représentent qu'une faible portion du couvert (figure 5). Elles sont associées surtout à des espèces herbacées comme P. aquilinum, et Cornus canadensis ainsi qu'à quelques arbustes P. tremuloides et Acer rubrum.

Stations de cerises

Dans les stations de cerises, la couverture totale est de 100%, sauf dans la station 1 où elle est complétée par 15% de débris de coupe et 5% de sol à nu. Le cerisier, P. pensylvanica, domine avec P. tremuloides et Betula alleghaniensis (figure 5). Sur cette strate, sauf à la station 3, il y a un couvert herbacé assez important composé de P. aquilinum et C. canadensis.

Stations de mélanges de fruits

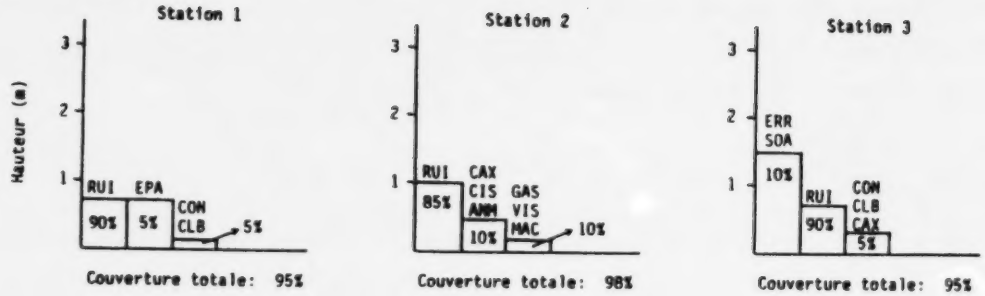
Les mélanges de fruits furent recueillis dans la première station de bleuets, la deuxième station de framboises et dans une autre station établie pour l'étude des résidus dans le feuillage de l'Aster macrophyllus. La description des deux premières stations a déjà été faite aux sections bleuets et framboises.

Dans la dernière station, l'A. macrophyllus occupe à elle seule 80% de la strate herbacée en sous-étage à P. tremuloides et A. rubrum (figure 5). Quelques espèces, dont les fruits ont été récoltés, ne sont pas représentées dans les histogrammes parce que peu abondantes: Actaea alba, Actaea rubra, Aralia nudicaulis et Ribes sp..

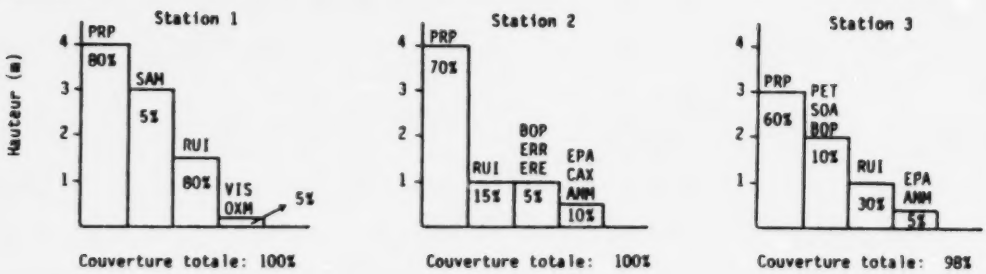
3.4.2 Description des stations du projet Rimouski

Les stations de Rimouski sont toutes localisées sur des hauts et moyens versants et présentent un drainage moyen à rapide. Le sol est un loam-sableux et a été scarifié avant la plantation. La couche de matière organique, d'un pH de 5,0 est généralement peu importante (0 à 5 cm) sauf pour les stations 1, 3 et 4 du mélange de fruits où elle mesure entre 15 et 30 cm. Il a été impossible de trouver des bleuets sur le projet Rimouski.

FRAMBOISES



CERISES



MELANGES DE FRUITS

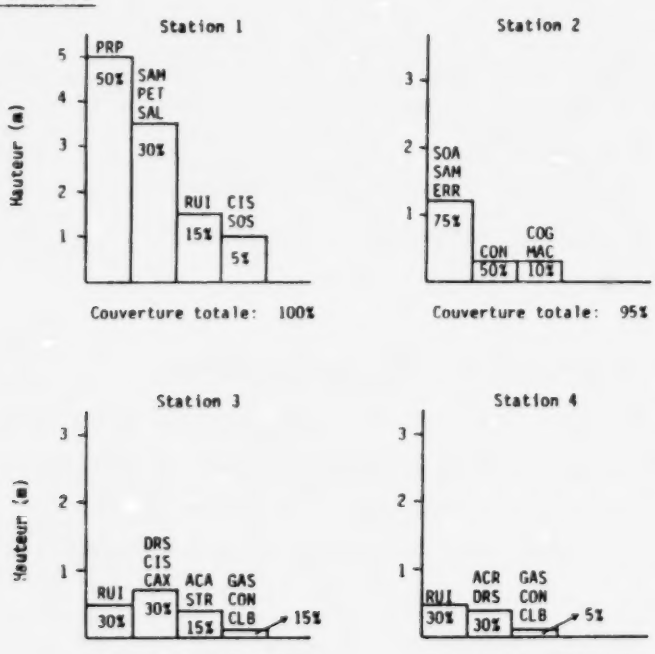


Figure 6: Physionomie du couvert végétal dans les stations de framboises, de cerises et de mélanges de fruits du projet Rimouski.

Stations de framboises

Le recouvrement par les végétaux est très élevé, les débris de coupe ne comptant que pour 2 à 5% de l'occupation du sol. Le framboisier est en forte proportion dans toutes les stations (figure 6). L'espèce est associée à une strate herbacée peu importante de Carex sp., C. canadensis et C. borealis. Dans la station 3, quelques espèces arbustives, A. rubrum et Sorbus americana, s'y ajoutent mais en faible quantité.

Stations de cerises

Le couvert végétal est presque total, les débris de coupe et le sol à nu étant négligeable. L'espèce échantillonnée, P. pensylvanica domine la strate arbustive haute (2 à 7 m). Le framboisier est important dans les trois stations et les espèces herbacée sont faiblement représentées. (figure 6).

Stations de mélanges de fruits

Dans le projet Rimouski, quatre stations furent utilisées pour récolter les espèces de fruits nécessaires pour constituer les mélanges (voir 3.3). Les stations sont très hétérogènes, les débris de coupe et le sol à nu occupant entre 0 et 40% du sol. La station 1 est dominée par une strate arbustive haute de P. pensylvanica et Sambucus pubens (figure 6). A la station deux, le S. americana et le S. pubens dominent la strate arbustive basse (0 à 2 m). Enfin, dans les stations 3 et 4, la strate herbacée est la plus importante et on y retrouve Dryopteris spinulosa, A. alba et A. rubra.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

Quatre types d'échantillons de fruits ont été analysés de façon distincte: les framboises, les bleuets, les cerises et les mélanges de fruits. Au Québec, les framboises et les bleuets sont consommés par l'homme et par la faune alors que les cerises du P. pensylvanica et les mélanges de fruits sont plutôt consommés par la faune. Les résultats, dans la discussion, sont exprimés en poids frais et représentent l'état de l'échantillon au moment de la cueillette. Ces résultats et le pourcentage d'humidité sont donnés au tableau II. Le pourcentage d'humidité permet d'établir la relation avec le poids sec. Les quantités calculées sur la base de poids sec ne sont présentées que dans les figures. Etant donné la faible variation dans les pourcentages d'humidité, l'analyse du comportement a été faite sur la base du poids frais.

4.1 Résidus de 2,4,5-T dans les framboises

Les framboises ont été récoltées au moment où la majeure partie des fruits atteignaient leur maturité. A la fin de la période d'échantillonnage, les framboises étaient rares et plusieurs étaient pourrissantes.

Dans les deux projets, les résidus sont de 4,7 µg/g et 4,1 µg/g une journée après traitement. Ceux-ci diminuent de 50% environ 15 jours après traitement et de 75% trois semaines après traitement. Dans le projet Rimouski, le dernier résultat indique cependant une remontée à 2,2 µg/g (figure 7).

Dans le projet Bungay, d'autres framboises ont été recueillies à l'extérieur du site principal d'échantillonnage. Cette superficie avait été traitée avec une dose de 2,9 kg i.a./ha au lieu de 2,4 kg i.a./ha. Les framboises récoltées, cinq heures après traitement, contenaient des résidus

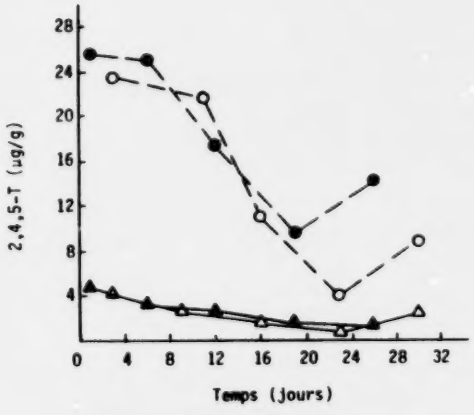


Figure 7: Résidus de 2,4,5-T dans les framboises (Rubus idaeus). Légende: (●) poids sec, projet Bungay; (○) poids sec, projet Rimouski; (▲) poids frais, projet Bungay; (△) poids frais, projet Rimouski.

TABLEAU II: Résidus de 2,4,5-T dans les fruits sauvages.

Fruits	Projet Bungay 2,4 kg i.a./ha			Projet Rimouski 2,2 kg i.a./ha		
	Temps après traitement (jours)	2,4,5-T (µg/g poids frais)	Humidité (%)	Temps après traitement (jours)	2,4,5-T (µg/g poids frais)	Humidité (%)
Framboises	1	4,70	81,7	3	4,10	82,6
	6	3,25**	87,1	9	2,60	88,1
	12	2,50	85,6	16	1,65	85,0
	19	1,77	81,8	23	0,67	83,4
	26	0,95	93,4	30	2,20	75,0
Framboises*	1	7,00	82,9	--	--	--
	7	1,94	80,0	--	--	--
Cerises	1	0,70	71,7	5	1,70	36,1
	6	1,75	74,9	10	2,60	79,8
	12	2,30	74,4	16	3,43	73,6
Mélanges de fruits	9	3,00	82,5	5	1,60	80,7
	14	3,30	81,3	10	1,35**	82,8
	21	3,77	81,3	16	2,12	87,1
				23	2,13	84,2
Bleuets	1	1,60	84,3	--	--	--
	7	2,50	86,2	--	--	--
	13	3,40	85,5	--	--	--
	20	3,83	84,8	--	--	--
	27	2,66	85,6	--	--	--

* Traitées à 2,9 kg i.a./ha

** Moyenne de deux analyses

de 7,0 µg/g. Rappelons que peu de temps après traitement, le produit est peu volatilisé et qu'il n'a pas été délavé par les pluies.

Une semaine après traitement les résidus sont de 1,94 µg/g donc du même ordre de grandeur que dans les autres échantillons pour la période de temps comparable. Frank et coll. (1983) avaient retrouvé des résidus initiaux de 2,6 à 31 mg/kg* la journée du traitement et ceux-ci diminuaient respectivement à moins de 1 mg/kg (après 2 semaines) et 3 mg/kg (après 3 semaines). Cette expérience avait été effectuée avec du 2,4-D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique) aux taux de 2,2 et 3,9 kg i.a./ha.

En général, dans nos deux projets, les résidus en poids frais de 2,4,5-T ont diminué jusqu'à la fin de l'échantillonnage. Ces résultats sont équivalents à ceux cités précédemment. Nous ne pouvons cependant pas confirmer l'augmentation observée à la quatrième semaine après traitement car nous n'avons aucune étude comparable pour cette période.

4.2 Résidus de 2,4,5-T dans les bleuets

Les bleuets ont été traités alors qu'ils étaient de petite taille et qu'ils commençaient seulement à mûrir. Les résidus variaient peu d'une semaine à l'autre (figure 8). Le minimum fut de 1,6 µg/g une journée après traitement et on retrouve jusqu'à 3,83 µg/g après 20 jours. Après quatre semaines, cette quantité avait diminuée à 2,66 µg/g. Frank et coll. (1983) ont réalisé une expérience semblable avec le 2,4-D. Ils concluaient que les niveaux de résidus ne diminuaient pas jusqu'à la fin de la saison de végétation. Raatikainen et coll. (1979) ont montré qu'il y avait une corrélation directe entre le taux d'application (terrestre) de 0,25, 0,75 et 2,25 kg i.a./ha et la moyenne des résidus retrouvés, soit respectivement 0,5, 1,2 et 3,9 ppm (35 jours)

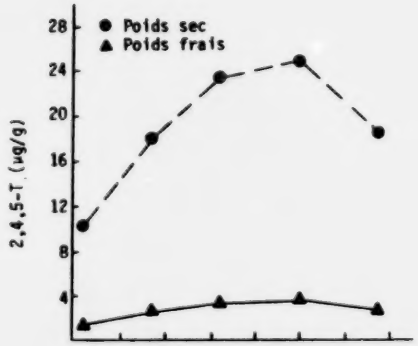


Figure 8 : Résidus de 2,4,5-T dans les bleuets (Vaccinium angustifolium et V. myrtilloides).

* 1 ppm = 1 mg/kg ou 1 µg/g

après traitement) pour deux espèces de Vaccinium. Les résultats sont donc équivalents puisque l'on retrouve 3,83 µg/g après 20 jours avec une dose de 2,4 kg i.a./ha. Mukula et coll. (1978) ont mesuré les résidus de 2,4-D et de 2,4,5-T après une application aérienne de 2,5 kg i.a./ha. Les résidus de 2,4,5-T de 2 à 13 semaines après traitement étaient en moyenne de 4,8 ppm et persistaient toute la saison de végétation. Il y aurait donc peu de différences entre les pulvérisations terrestres et aériennes. Siltanen et coll. (1981) ont poursuivi l'expérience et n'ont pas retrouvé de résidus dans des bleuets recueillis l'année suivante sur des plants qui avaient survécu au traitement. Puisque nos résultats sont comparables, il ne devrait pas y avoir de résidus, l'année suivant le traitement, dans les bleuets des plants qui survivraient au traitement.

4.3 Résidus de 2,4,5-T dans les cerises

Les cerises du Prunus pensylvanica devaient être échantillonnées pendant quatre semaines, mais à partir de la deuxième semaine elles avaient disparu de nos stations dans les deux projets. Il faut également noter qu'au moment du premier échantillonnage les cerises étaient immatures, c'est-a-dire entièrement vertes ou commençaient à peine à mûrir. Une semaine après traitement, la majorité des cerises étaient mûres.

Dans le projet Bungay, les échantillons récoltés 1, 6 et 12 jours après traitement ont montré des résidus de 0,7, 1,75 et 2,3 µg/g respectivement. L'échantillonnage dans le projet Rimouski était décalé de quatre jours soit 5, 10 et 16 jours après traitement. Les quantités retrouvées furent respectivement de 1,70, 2,60 et 3,43 µg/g. La figure 9 illustre cette augmentation.

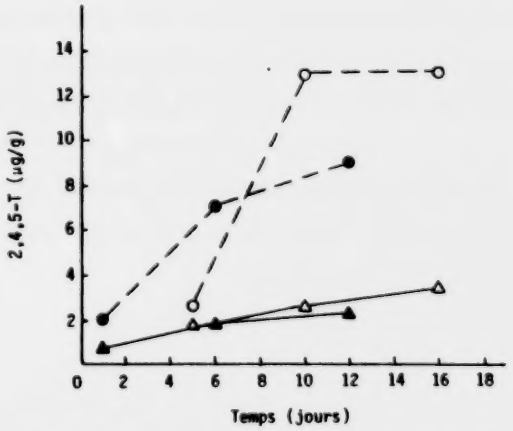


Figure 9: Résidus de 2,4,5-T dans les cerises (Prunus pensylvanica). Légende: (●) poids sec, projet Bungay; (○) poids sec, projet Rimouski; (▲) poids frais, projet Bungay; (△) poids frais, projet Rimouski.

En Ontario, Frank et coll. (1983)

ont mesuré les résidus après une application de 2,4-D à 2,2 kg i.a./ha chez la même espèce de cerisier. Sur une période de 32 jours, les résidus variaient entre 3 et 5 mg/kg autant dans les fruits matures qu'immatures.

Nos résultats identifient une hausse des résidus dans les quinze premiers jours après traitement et cette durée correspondait à la période de maturation des fruits.

4.4 Résidus de 2,4,5-T dans les mélanges de fruits

Les quantités retrouvées dans les mélanges du projet Bungay furent respectivement de 3,00, 3,30 et 3,77 µg/g pour 9, 14 et 21 jours après traitement (figure 10). Les mélanges récoltés sur le site de Rimouski avaient des résidus de 1,60, 1,35, 2,12 et 2,13 µg/g après respectivement 5, 10, 16 et 23 jours. Les résidus en poids frais varient peu d'une semaine à l'autre dans chacun des projets.

Les niveaux de résidus, qui variaient de 1 à 4 µg/g environ, sont aussi comparables à ceux retrouvés dans les autres espèces de fruits récoltés dans les deux projets. Malgré la diversité des mélanges, l'uniformité des résultats peut s'expliquer par le fait que la plupart des espèces furent contaminées de façon uniforme. En effet, si certaines espèces avaient été contaminées plus que d'autres, la variabilité de la composition des mélanges aurait sans doute fait ressortir des différences dans les résultats.

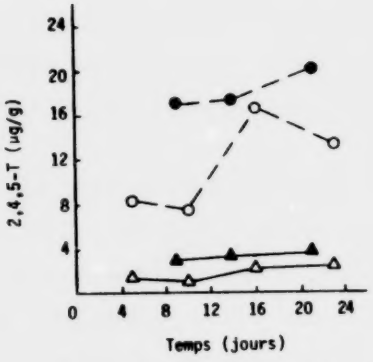


Figure 10: Résidus de 2,4,5-T dans les mélanges de fruits. Légende: (●) poids sec, projet Bungay; (○) poids sec, projet Rimouski; (▲) poids frais, projet Bungay; (△) poids frais, projet Rimouski.

5. CONCLUSION

Des résidus de 2,4,5-T ont été retrouvés jusqu'à un mois après traitement dans les quatre types d'échantillons de fruits. Dans les deux projet les résidus variaient entre 0,7 et 7,0 µg/g mais généralement ils étaient d'environ 3 µg/g pour un taux d'application variant entre 2,2 et 2,9 kg i.a./ha. Les résidus dans les framboises diminuaient fortement dans les quatre semaines après traitement. Dans les bleuets ils ont peu augmenté de la première à la troisième semaine et diminuèrent faiblement après 27 jours. Les résidus dans les cerises ont augmenté de deux à trois fois sur une période de 2 semaines après traitement. Les mélanges de fruits ont montré des résultats stables jusqu'à vingt-trois jours après traitement. Ces valeurs correspondent aux quantités habituellement citées dans la littérature pour des conditions normales d'opération. Les variations observées pour les différentes espèces de fruits sont probablement dues aux stades de croissance différents rencontrés lors de la période d'échantillonnage.

Les deux méthodes d'échantillonnage utilisées dans cette étude sont équivalentes. En effet, l'échantillonnage de secteurs adjacents dans le projet Bungay montre des niveaux de résidus et des comportements identiques à ceux du projet Rimouski où le même secteur fut échantillonné de façon répétitive.

Une autre étude des résidus dans le feuillage (Léveillé et Laberge, 1984b) a été réalisée dans les mêmes projets. Les résultats indiquent que les résidus sont plus élevés dans le feuillage que dans les fruits. Ils seraient environ dix fois supérieurs chez les plantes herbacées (30 µg/g) et jusqu'à trente fois (90 µg/g) dans les feuilles de quelques espèces ligneuses dont le framboisier, si on compare à une moyenne de 3 µg/g dans les fruits.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1983a. " Rapport arrosages terrestres, projets: 11183274 et 11183275. Cantons: Asselin et Bungay". Document interne, ministère de l'Energie et des Ressources, U.G. Grand-Portage, non paginé.

ANONYME, 1983b. " Rapport arrosages terrestres, projet: 121-83-271. Lac Côté". Document interne, ministère de l'Energie et des Ressources, U.G. Bas St-Laurent, non paginé.

BELANGER, P., L. LABERGE, R. LAMARRE et P. LEVEILLE, 1982. " Etude d'impact sur l'environnement des pulvérisations aériennes de phytocides en milieu forestier". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, 486 p.

FRANK, R., G.J. SIRONS, R.A. CAMPELL and D. MEWETT, 1983. " Residues of 2,4-D, dichlorprop and picloram in wild berries from treated rights-of-way and conifer release sites in Ontario, 1979-1981". Canadian Journal of Plant Science, vol. 63, no 1, pp. 195-210.

LABERGE, L. et P. LEVEILLE, (——). "Résidus de 2,4,5-T dans le sol forestier après pulvérisations terrestres en 1983". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, document en préparation.

LEVEILLE, P. et L. LABERGE, 1984a. " Concentrations résiduelles de 2,4,5-T en milieu aquatique après pulvérisations terrestres en milieu forestier (1983)". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement, publication no. 3309, 19 p.

LEVEILLE, P. et L. LABERGE, 1984b. " Résidus de 2,4,5-T dans divers types de végétation après pulvérisations terrestres en milieu forestier (1983)". Gouvernement du Québec, ministère de l'Energie et des Ressources, Service pépinières et reboisement. (en préparation)

MUKULA, J., H. SILTANEN, C.H. ROSENBERG, J. IDANPAAN-HEIKKILA and R. LALLUKKA, 1978. " Phenoxy herbicide residues in cowberries, mushrooms and the twigs of some forest plants". Annales Agriculturae Fenniae, vol. 17 no. 1 pp. 23-31.

RAATIKAINEN, M., H. SILTANEN, C.H. ROSENBERG, T. RAATIKAINEN and J. MUKULA, 1979. " Herbicides residues in cowberries, bilberries and lickens in controlled ground spraying experiments on woodland". Annales Agriculturae Fenniae, vol. 18, no.2 pp. 112-116.

SILTANEN, H., C. ROSENBERG, M. RAATIKAINEN and T. RAATIKAINEN, 1981. " Triclopyr, glyphosate and phenoxy herbicides residues in cowberries. bilberries and lichen". Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, vol. 27, pp. 731-737.

TAT-HA, C., 1984. " Programme de surveillance biologique de l'exposition professionnelle au 2,4,5-T des travailleurs forestiers à l'emploi du Ministère de l'Energie et des Ressources pour la période de pulvérisation d'été 1983". Centre de Toxicologie du Québec, Centre Hospitalier de l'Université Laval, Québec, 22 p.

ANNEXE 1

CODES D'IDENTIFICATION DES ESPECES VEGETALES

Code	Nom latin
ACA	Actaea alba (L.) Miller.
ACR	Actaea rubra (Ait.) Willd.
ANM	Anaphalis margaritacea (L.) Benth. & Hook.
ARN	Aralia nudicaulis L.
ASM	Aster macrophyllus L.
BOJ	Betula alleghaniensis Britton.
BOP	Betula papyrifera Marsh.
CAX	Carex sp.
CIS	Cirsium sp.
CLB	Clintonia borealis (Ait.) Raf.
COG	Coptis groenlandica (Oeder) Fern.
CON	Cornus canadensis L.
DRS	Dryopteris spinulosa (O.F. Muell.) Watt
EPA	Epilobium angustifolium L.
ERE	Acer spicatum Lam.
ERR	Acer rubrum L.
GAS	Galium sp.
MAC	Maianthemum canadense Desf.
OXM	Oxalis montana Raf.
PET	Populus tremuloides Michx.
PRP	Prunus pensylvanica L. f.
PTA	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn.
RUI	Rubus idaeus L.
SAL	Salix sp.
SAM	Sambucus pubens Michx.
SOA	Sorbus americana Marsh.

Code	Nom latin
SOS	*Solidago* sp.
STR	*Streptopus roseus* Michx.
VAA	*Vaccinium angustifolium* Ait.
VAS	*Vaccinium myrtilloides* Michx.
VIS	*Viola* sp.